

Production of a hydrophobic surface on silicate ceramic objects comprises application of an intermediate layer to produce a porous surface and a layer having ultraphobic and/or hydrophobic properties

Patent number: DE10018671
Publication date: 2001-10-25
Inventor: SCHAEFFER CHRISTIAN (DE)
Applicant: SCHAEFFER CHRISTIAN (DE)
Classification:
- International: **C04B41/52; C04B41/89; C04B41/45; C04B41/89;**
(IPC1-7): B05D5/00; C03C17/34; C04B41/52;
C04B41/89
- european: C04B41/52; C04B41/89
Application number: DE20001018671 20000414
Priority number(s): DE20001018671 20000414

Report a data error here

Abstract of DE10018671

A process for the production of a hydrophobic or ultraphobic surface on objects prepared from silicate ceramic comprises (A) application of an intermediate layer to produce a capillary-porous surface (B) application of a layer having ultraphobic and/or hydrophobic properties. An Independent claim is included for the hydrophobically and/or ultraphobically treated object.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 18 671 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:
B 05 D 5/00
C 03 C 17/34
C 04 B 41/89
C 04 B 41/52

⑦① Aktenzeichen: 100 18 671.8
⑦② Anmeldetag: 14. 4. 2000
⑦③ Offenlegungstag: 25. 10. 2001

DE 100 18 671 A 1

⑦① Anmelder:
Schäffer, Christian, 92521 Schwarzenfeld, DE

⑦④ Vertreter:
WINTER, BRANDL, FÜRNISS, HÜBNER, RÖSS,
KAISER, POLTE, Partnerschaft, 85354 Freising

⑦② Erfinder:
gleich Anmelder

⑤⑥ Entgegenhaltungen:
DE 25 41 710 C3
DE 198 16 136 A1
DE 38 40 071 A1
DE 689 03 980

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

- ⑤④ Oberfläche von Gegenständen, insbesondere aus Glas oder keramischem Material mit gewünschten Eigenschaften und Verfahren zu ihrer Erzeugung
- ⑤⑦ Bei einem Verfahren zur Erzeugung einer Oberfläche von Gegenständen mit gewünschten Eigenschaften bringt man eine dünne Zwischenschicht aus einer Metallverbindung auf den Gegenstand auf, die sich an die Struktur des Gegenstands anpaßt, wodurch die darauf aufzubringende äußere Schicht mit gewünschten Eigenschaften maximale chemische und mechanische Beständigkeit aufweist. Als Gegenstände sind insbesondere solche aus Glas oder keramischem Material beschrieben, die hydrophobe und damit selbstreinigende und/oder schmutzabweisende Eigenschaften erhalten.

DE 100 18 671 A 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Oberfläche von Gegenständen, insbesondere aus Glas oder keramischem Material, mit gewünschten Eigenschaften sowie ein Verfahren zu ihrer Erzeugung.

[0002] Es sind verschiedene Verfahren bekannt, bei denen Oberflächen von Gegenständen mit selbstreinigenden oder schmutzabweisenden Eigenschaften versehen werden, insbesondere solche Oberflächen, die mit Wasser in Berührung kommen.

[0003] Bei einem bekannten Verfahren (WO 960413) werden Gegenstände mit selbstreinigenden Oberflächen durch eine künstliche Oberflächenstruktur aus Erhebungen und Vertiefungen erzeugt. Diese Oberflächen werden entweder bereits bei der Herstellung aus hydrophoben Polymeren geschaffen oder nachträglich durch Prägen oder Ätzen oder durch Aufkleben eines Pulvers aus den hydrophoben Polymeren oder durch nachträgliches Hydrophobieren zuvor hergestellter Oberflächen mit den gewünschten Strukturen erzeugt.

[0004] Bei einem weiteren Verfahren werden Erhebungen von 5-80 µm durch Aufsprühen einer Paraffinwachslösung oder -dispersion erzeugt und so Oberflächen hydrophobiert (US-A-3354022).

[0005] Beiden Verfahren gemeinsam ist jedoch der Nachteil, daß die so erzeugten Oberflächen geringe mechanische und chemische Stabilität aufweisen.

[0006] Weiterhin sind Verfahren zur Hydrophobierung von Oberflächen bekannt, bei denen feines Pulver, z. B. aus Tonmehl mittels einer Silikonharzlösung hydrophobiert und anschließend mit aushärtbarem organischem Silikonharz auf der Oberfläche fixiert wird (CH-A-268258). Ein anderes Verfahren besteht darin, Dachziegeln Selbstreinigungseigenschaften zu verleihen, indem man die Oberflächen mit einer Dispersion aus Siloxan und Ziegelmehl benetzt und das Siloxan nachträglich aushärtet (DE-A-197 46 053). Bei einem anderen bekannten Verfahren werden Oberflächen vorgeschlagen, die im µm- bzw. nm-Bereich feinststrukturiert sind und aus stabilen hydrophoben Polymeren bestehen, die nach Möglichkeit sehr geringe Oberflächenenergie aufweisen (DE-A-198 03 787).

[0007] Weiterhin ist es bekannt, künstlich nicht strukturierte Oberflächen mit hydrophoben Polymeren zu beschichten, um eine schmutzabweisende Wirkung zu erzielen. Dabei hat sich gezeigt, daß der selbstreinigende bzw. schmutzabweisende Effekt im Kontakt insbesondere mit Wasser am günstigsten ist, wenn mit sehr geringen Schichtdicken, vorzugsweise sogar mit monomolekularen Schichten beschichtet wird. Dies ist insbesondere darauf zurückzuführen, daß die naturgemäße Oberflächenrauigkeit erhalten bleibt.

[0008] Ein großer Nachteil dieser bekannten Verfahren besteht jedoch darin, daß die chemische und mechanische Beständigkeit gering ist. Bei Materialien für stärker beanspruchter Flächen, wie z. B. Sanitärkeramik, werden daher Polymere wie Fluorsilane oder Fluorsilanpolyurethane verwendet, die durch ihre chemische Beschaffenheit zwar stabiler, aber weniger umweltverträglich sind. Doch auch unter Einsatz dieser Polymere ist nur eine mäßige Beständigkeit erzielbar.

[0009] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, Oberflächen zu schaffen, die einerseits größtmögliche mechanische und chemische Stabilität aufweisen und andererseits die natürliche Oberflächenrauigkeit bewahren.

[0010] Erfindungsgemäß wird dies durch ein Verfahren gemäß Patentanspruch 1 und durch einen Gegenstand gemäß Patentanspruch 12 erreicht. Somit wird erfindungsge-

mäßig die Erzeugung von speziell strukturierten hydrophoben Oberflächen vermieden, was gegenüber dem Stand der Technik eine wesentliche Vereinfachung darstellt. Weiterhin wird erfindungsgemäß vermieden, daß bei den bekannten Verfahren zwar die Selbstreinigungswirkung erhöht werden kann, dafür aber durch die strukturierte und damit künstlich vergrößerte bzw. rauhere Oberfläche die chemische und mechanische Beständigkeit abnimmt.

[0011] Auf die Zwischenschicht wird die gewünschte äußere Schicht aufgetragen, die aufgrund der festen chemischen Verbindung der Zwischenschicht an die Oberfläche des Gegenstandes sowie der äußeren Schicht an die Zwischenschicht maximale chemische und mechanische Beständigkeit aufweist.

[0012] Die Gegenstände, die erfindungsgemäß mit einer Oberfläche mit gewünschten Eigenschaften versehen werden können, sind z. B. Gegenstände aus keramischem Material wie z. B. Dachziegel, Vormauerziegel, grobkeramische Fliesen oder Platten, Wand- und Bodenfliesen, sanitärkeramische Produkte; Gegenstände aus Glaswerkstoffen, wie z. B. Flachglas, Glasbausteine usw.; pulverbeschichtete Metallwerkstoffe wie Fensterrahmen oder Fassadenverkleidungen sowie grundsätzlich Kunststoffe. Besonders vorteilhaft läßt sich auf Gegenständen aus Glas oder keramischem Material mit dem erfindungsgemäßen Verfahren eine beständige Oberfläche erzeugen.

[0013] Unter "gewünschte Eigenschaften" der äußeren Schicht ist insbesondere die hydrophobierende sowie selbstreinigende und schmutzabweisende Eigenschaft zu verstehen. Aber auch die Abrieb- bzw. Kratzfestigkeit von Werkstoffen kann durch die äußere Schicht erhöht werden. Auch spezielle chemische Eigenschaften wie z. B. "Anti-Graphit"-Beschichtung können durch die äußere Schicht erzielt werden.

[0014] Besonders vorteilhaft läßt sich die Zwischenschicht dazu verwenden, um antibakterielle Beschichtungen stabiler zu machen oder in der Zwischenschicht selbst antibakterielle Eigenschaften zu erzielen. So kann in die vorgeschlagene Zwischenschicht Hg, Ag, Cu, Zn, Fe, Pb, Bi oder photokatalytisches TiO₂, vorzugsweise Ag oder Zn eingelagert werden, wodurch antibakterielle Eigenschaften erzielt werden können.

[0015] Die vorteilhafte Wirkung, die erfindungsgemäß durch die Oberflächenschicht erzielt wird, könnte dadurch erklärt werden (ohne daß die Erfindung durch diese theoretischen Ausführungen beschränkt wird), daß für die Anbindung von Beschichtungsmaterialien auf Silikaten überwiegend ein Mechanismus zugrunde liegt, der darauf beruht, daß freie OH-Gruppen ersetzt und Si-O-Si-Brücken gebildet werden. Bei der Herstellung von großtechnisch hergestellten silikatischen Werkstoffen wie Kalknatrongläsern oder keramischen Werkstoffen werden schmelzpunktnierigende Zusätze (Netzwerkwandler bei Gläsern) oder Flußmittel (bei keramischen Produkten oder Glasuren) zugegeben, um eine hinreichende Verarbeitbarkeit bei ausreichender Festigkeit zu erzielen. Daneben erhalten insbesondere Rohstoffe für grobkeramische Produkte größere Mengen chemischer Verunreinigungen, die jedoch notwendig sind, um eine Verfestigung bei den angewendeten Brenntemperaturen zu ermöglichen. Als Nebeneffekt wird dabei jedoch in Kauf genommen, daß eigentlich sehr stabile Silikatgerüste oder Strukturen geschwächt werden. Im Inneren von Werkstoffen ist dies jedoch akzeptabel, weil durch dreidimensionale Vernetzung hinreichende Festigkeit erzielt wird.

[0016] An der Oberfläche liegen aber eine Vielzahl von Fehlstellen in den Silikatgerüsten oder -strukturen vor. Diese Fehlstellen stehen insbesondere bei alkalihaltigen Silikat-Werkstoffen und damit annähernd allen großtechnisch

hergestellten Silikatwerkstoffen nicht für die Anbindung von üblicherweise verwendeten Beschichtungsmaterialien zur Verfügung.

[0017] Folglich wird erfindungsgemäß ein Verfahren vorgeschlagen, das eine optimale Anbindung von Beschichtungsmaterialien durch die maximale Anzahl verfügbarer OH-Gruppen an Gerüst- oder Netzwerkbildern ermöglicht.

[0018] Dies wird dadurch erreicht, daß auf die zu beschichtende Oberfläche von Gegenständen eine dünne Zwischenschicht aus anorganischen oder organischen Verbindungen mindestens 2-wertiger, bevorzugt jedoch 4-wertiger Metalle aufgebracht wird. Diese dünne Zwischenschicht kann eine monomolekulare Schicht sein; praktisch beträgt ihre Dicke jedoch einige Mikrometer z. B. > 0–200 µm, insbesondere > 0–20 µm.

[0019] Als Metalle sind insbesondere Si, Al, Ti, Zr und B geeignet; aber auch andere Metalle, deren Verbindungen sich in die Struktur der Netzwerkbildner von Gläsern oder die Gefüge- bzw. Kristallstruktur von keramischem Material einfügen, sind in gleicher Weise geeignet. Zum Auftragen eignen sich insbesondere feine Oxid- oder Hydroxidpulver, die als Dispersion durch Spritzen oder Tauchen oder durch Pulverbestäuben aufgebracht werden. Ferner eignen sich Sole oder Gele der entsprechenden Metalle, die in vergleichbarer Weise aufgetragen werden. Es ist ferner möglich, die Metalle in Form metallorganischer Verbindungen aufzubringen. Je nach Werkstoff und Herstellungsverfahren kommen dafür andere Verbindungen oder Zusammensetzungen in Frage.

[0020] Die Partikelgröße der als Zwischenschicht aufzubringenden Metallverbindung beträgt im allgemeinen > 0–150 µm, insbesondere jedoch > 0–30 µm.

[0021] Während des Auftragens oder danach muß eine Wärmebehandlung erfolgen, bei der eine Temperatur anzuwenden ist, die ausreichend ist, um über Schmelzen oder keramisches Sintern maximale Festigkeit der Bindung der Zwischenschicht zu bewirken. Je nach der Natur des Glases oder keramischem Materials aus dem Gegenstand besteht, liegt diese Temperatur bei 500 bis 1450°C insbesondere bei 900 bis 1300°C. Durch die Wärmebehandlung wird eine Zwischenschicht geschaffen, die einerseits durch Schmelzen bzw. Sinterprozesse mit maximaler Festigkeit an den Werkstoffen gebunden ist, andererseits die größtmögliche Zahl freier OH-Gruppen für das Anbinden von Werkstoffen, die die äußere Schicht bilden aufweist. Die Zwischenschicht soll günstiger Weise nur so dick sein, daß die natürliche Rauigkeit der zu beschichtenden Oberfläche nicht verkleinert wird.

[0022] Bei einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens, die in Anspruch 9 beansprucht wird, wird eine dünne Zwischenschicht einer Verbindung von 3- oder 2-wertigen, insbesondere 1-wertigen Metallen, (Alkalimetallen) aufgetragen, die eine maximale Anzahl von Fehlstellen im Gefüge oder in der Struktur des Werkstoffs erzeugt. Diese Zwischenschicht kann auch aus Silikaten, insbesondere Aluminosilikaten wie Feldspäten, bestehen. Durch nachträgliches Auslaugen werden die 3- bis 1-wertigen Metalle, insbesondere Alkalimetalle, entfernt, wodurch wiederum eine Oberfläche mit maximaler Anzahl an Bindungspunkten geschaffen wird. Auf die so behandelte Oberfläche des Gegenstands wird die äußere Schicht mit den gewünschten Eigenschaften in an sich bekannter Weise aufgetragen.

[0023] Die erste Stufe dieser Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist in der Glasherstellung als chemisches Härten bekannt. Sie wird jedoch nach dem Stand der Technik nicht bei der Herstellung von keramischen Werkstoffen angewandt.

[0024] Die großtechnisch zweckmäßige Ausführung des

erfindungsgemäßen Verfahrens richtet sich nach der Art des zu beschichtenden Werkstoffs. Für im Floatglasverfahren hergestellte Flachgläser bietet sich insbesondere an, im Bereich der Abkühlzone vor Erreichen der Transformations-
5 temperatur ein ultrafeines Pulver feinverteilt aufzustäuben.

[0025] Für unglasierte sowie glasierte, im Einbrandverfahren hergestellte Keramikprodukte, wie Vormauerziegel, Tondachziegel, Wand- oder Bodenfliesen, Spaltplatten, Fasad-
10 sadenplatten oder sanitärkeramische Produkte bietet sich an, ultrafeine Dispersionen, Sole oder Lösungen von metallorganischen Verbindungen nach dem Trocknen oder Glasieren aufzusprühen.

[0026] Glasierte, im Mehrbrandverfahren hergestellte Erzeugnisse werden bevorzugt vor dem letzten Brand gespritzt
15 oder getaucht.

[0027] Die in der ersten Stufe des erfindungsgemäßen Verfahrens erzeugte amorphe, die Oberflächenrauigkeit nicht verringemde Zwischenschicht bietet die Voraussetzung, um übliche organische Beschichtungen, wie Siloxane,
20 Silane, Fluorsilanpolyurethane oder Tetrafluorpolyethylene als äußere Schicht chemisch oder thermisch mit maximaler chemischer und mechanischer Beständigkeit anzubinden. Dabei wird für die Zwischenschicht eine Dicke bevorzugt, die die natürliche Oberflächenrauigkeit der Werkstoffe
25 nicht verringert. Daneben bietet die erste Stufe des erfindungsgemäßen Verfahrens eine ideale Voraussetzung, um eine direkte chemische oder thermische Hydrophobierung der Oberfläche durch Austausch der OH-Gruppen durch hydrophobe Gruppen, z. B. Methylgruppen, durchzuführen.

[0028] Für technischen Anwendungen, die geringer chemischer und mechanischer Belastung ausgesetzt sind, werden Werkstoffe eingesetzt, die eine naturgemäße rauhe
30 Oberfläche, wie z. B. Dachziegel, Vormauerziegel oder grobkeramische Fliesen oder Platten haben. Dabei ist naturgemäß die Oberflächenstruktur sehr gut geeignet um selbstreinigende Oberflächen zu erzeugen, da sie ohnehin ähnlich den eingangs erwähnten künstlichen Oberflächen ist. Bei technischen Anwendungen, bei denen höhere chemische
35 und mechanische Beanspruchungen vorliegen, würde sich eine künstlich strukturierte Oberfläche eher negativ auswirken, da zwar die Selbstreinigungseigenschaft erhöht, dadurch jedoch die Beständigkeit reduziert wird. Die in diesem Bereich verwendeten Werkstoffe zeichnen sich aus ebendiesen Gründen in der Regel durch geringere Oberflächenrauigkeit, wie z. B. im Falle von Wand- und Boden-
40 fliesen oder sanitärkeramischen Produkten, aus. Daher wird gemäß der vorliegenden Erfindung die Oberflächenstruktur nicht künstlich verändert, sondern ein Verfahren zur Verfügung gestellt, das in allen Fällen die chemisch und mechanische Beständigkeit der Anbindung des hydrophoben Beschichtungspolymeres erhöht und dabei die naturgemäße
45 Oberflächenrauigkeit nicht verändert.

[0029] Auch bei Glaswerkstoffen liegt eine hinreichende Oberflächenrauigkeit zur Erzielung selbstreinigender Eigenschaften vor, wobei hierbei der Nachteil von künstlich strukturierten Oberflächen darin besteht, daß dadurch das Lichtbrechungsverhalten ungünstig beeinflusst werden kann,
50 was nicht zwangsläufig zu Änderungen der Transparenz aber u. U. zu ungewünschten Verzerrungen führen kann.

Beispiel 1

[0030] Eine handelsübliche glasierte Keramikfliese, sowie ein handelsüblicher Tondachziegel wurden mit einer Polysiloxan-Lösung sehr dünn besprüht und bei einer Temperatur
55 von 980°C gebrannt. Anschließend wurden die Oberfläche silanisiert. Die mechanische und chemische Beständigkeit wurden mit in gleicher Weise silanisierten Produkten, die

nicht vorbehandelt worden sind, verglichen. In beiden Fällen war bei den vorbehandelten Produkten eine in etwa doppelte Beständigkeit nachzuweisen.

Beispiel 2

[0031] Eine ungebrannte Tondachziegel, sowie eine Platte aus glasiertem aber ungebrannten sanitärkeramischem Material wurden mit einer ultrafeinen Kieselerde-Dispersion sehr dünn besprüht und bei 980°C bzw. bei 1230°C gebrannt. Diese Teile wurden mit einem Fluorsilan dünn beschichtet und vergleichend zu unbehandelten Produkten untersucht. Es war ebenfalls eine signifikante Erhöhung der chemischen und mechanischen Beständigkeit nachzuweisen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erzeugung einer Oberfläche von Gegenständen, insbesondere aus Glas oder keramischem Material, mit gewünschten Eigenschaften, **dadurch gekennzeichnet**, daß man
 - 1) auf die Oberfläche eine dünne Zwischenschicht mindestens einer Metallverbindung aus der Gruppe: Hydroxide, Oxide, Salze und metallorganische Verbindungen eines mindestens 2-wertigen Metalls aufträgt und erhitzt, und
 - 2) auf die Zwischenschicht eine äußere Schicht mit den gewünschten Eigenschaften aufträgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das mindestens 2-wertige Metall ein 3- oder 4-wertiges Metall aus der Gruppe: Si, Al, Ti, Zr und/oder B ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Oxid $ZrSiO_2$ oder $Al_2O_3 \cdot SiO_2$ ist.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-3, dadurch gekennzeichnet, daß man eine Dispersion der Metallverbindung aufträgt.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß man als Dispersion eine Lösung, Suspension oder ein Sol einsetzt.
6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschichtung durch Sprühen oder Spritzen erfolgt.
7. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschichtung durch Tauchen erfolgt.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-3, dadurch gekennzeichnet, daß man die Oberfläche mit Pulvern bestäubt oder beschichtet.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-8, dadurch gekennzeichnet, daß die Partikelgröße in der Dispersion oder im Pulver im Bereich von > 0 bis $150 \mu m$ liegt.
10. Verfahren zur Erzeugung einer Oberfläche von Gegenständen, insbesondere Glas oder keramischem Material, mit gewünschten Eigenschaften, **dadurch gekennzeichnet**, daß man
 - 1) auf die Oberfläche eine Zwischenschicht, die mindestens ein Hydroxid, Oxid oder Salz eines 1- oder 2-wertigen Metalls enthält, aufträgt,
 - 2) die Zwischenschicht durch Auslaugen entfernt und
 - 3) auf die so behandelte Oberfläche eine äußere Schicht mit den gewünschten Eigenschaften aufträgt.
11. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenschicht mindestens eine Verbindung aus der folgenden Gruppe: Oxide, Hydroxide,

Salze von Alkalimetallen und Erdalkalimetallen enthält.

12. Gegenstand aus einem Werkstoff, insbesondere Glas oder keramischem Material, mit einer Oberfläche mit gewünschten Eigenschaften, gekennzeichnet durch einer Oberfläche des Gegenstands mit

- 1) einer dünnen Zwischenschicht aus mindestens einer Metallverbindung und
- 2) einer äußeren Schicht mit den gewünschten Eigenschaften.

13. Gegenstand nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die dünne Zwischenschicht Si, Ag, Ti, Zr, B, Ag, Zn, Hg, Fe, Pb, Bi enthält oder daraus besteht.

14. Gegenstand nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Werkstoff aus Glas oder keramischem Material besteht.

15. Gegenstand nach einem der Ansprüche 12-14, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenschicht eine Verbindung aus der Gruppe: Si, Al, Ti, Zr, B enthält.

16. Gegenstand nach einem der Ansprüche 12-14, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenschicht eine Verbindung aus der Gruppe: Hg, Ag, Cu, Zn, Fe, Pb, Bi enthält.

17. Gegenstand nach einem der Ansprüche 12-16, dadurch gekennzeichnet, daß die gewünschte Eigenschaft eine hydrophobe, selbstreinigende, schmutzabweisende und/oder antibakterielle Eigenschaft ist.

18. Gegenstand nach einem der Ansprüche 12-17, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenschicht > 0 bis $200 \mu m$, insbesondere, > 0 bis $20 \mu m$ dick ist.

19. Gegenstand aus keramischem Material mit einer selbstreinigenden und/oder hydrophoben Oberfläche, dadurch gekennzeichnet, daß sie erhalten wird, indem man

- 1) auf die Oberfläche einer Zwischenschicht, die mindestens ein Hydroxid, Oxid oder Salz eines 1- oder 2-wertigen Metalls enthält, aufträgt
- 2) die Zwischenschicht durch Auslaugen entfernt und
- 3) auf die so behandelte Oberfläche eine äußere Schicht mit den gewünschten Eigenschaften aufträgt.